Ueber die

Methode der Stickstoffbestimmung

in

proteïnhaltigen Substanzen und im Harne.

Inaugural-Dissertation

der

philosophischen Facultät der Universität Rostock

vorgelegt

von

Dr. phil. Abesser.

Rostock.
Carl Boldt's Buchdruckerei.
1873.

In den Sitzungsberichten der Wiener Academie bringt Nowack eine Arbeit über den Stickstoffgehalt des Fleisches, deren Resultat dahin geht, daß die Bestimmung des Stickstoffs durch Glühen der Substanz mit Natronkalk und Auffangen des entwickelten Ammoniaks in titrirter Säure fehlerhafte Resultate giebt, indem einmal die Analysen derselben Probe häufig Differenzen bis zu 0.5% untereinander ergeben, dann aber besonders einen viel geringeren Stickstoffgehalt angeben als durch die volumetrische Methode von Dumas gefunden wurde. Wenn nun schon seit längerer Zeit bekannt ist, daß die Methode nach Will-Varrentrapp nicht blos bei Untersuchung von Nitrokörpern, sondern auch bei Verbindungen wie Kreatin[1]), Kreatinin, die gerade im Fleische vorkommen, unzureichend ist, so bleibt es doch immerhin auffallend, daß Petersen und Huppert, die ebenfalls in letzterer Zeit zahlreiche Stickstoffbestimmungen des Fleisches ausgeführt haben, sehr befriedigende Uebereinstimmung der nach Will-Varrentrapp's Methode ausgeführten Analyse erhielten.

Zum Beweise sollen hier einige den Untersuchungen von Petersen und Huppert entnommene Zahlen denen von Nowack gegenübergestellt werden.

---

[1]) Kreatin ist übrigens nur in sehr geringer Menge im Fleische enthalten. Liebig fand in 1000 Theilen frischen

Hühnerfleisches 3.5
Pferdefleisches . . . . 0.7.

In noch viel geringerer Menge finden sich in demselben Sarkin und Xanthin, für deren Untersuchung Strecker ebenfalls die Will-Varrentrapp'sche Methode als unzureichend gefunden hat.

Städler fand in 1000 Theilen Hundefleisch 0.25
" " " Ochsenfleisch 0.15

Sarkin und Xanthin.

Petersen.	Huppert.	Nowack.
14.71	13.03	12.87
14.74	13.05	12.46
13.27	13.17	12.28
13.22	13.17	11.92
13.51	12.26	12.10
13.49	12.12	12.40
14.81	11.66	11.72
14.88	11.51	11.38
13.38	12.01	11.82
13.40	11.96	12.26

Es zeigt sich, daß die Bestimmungen von Petersen und Huppert fast in allen Fällen innerhalb 0.1% unter einander stimmen, während die Nowack'schen Bestimmungen um mehr als 0.5% auseinander gehen.

Huppert hat die Stickstoffbestimmungen nur nach der Will-Varrentrapp'schen Methode ausgeführt. Petersen dagegen hat auch, angeregt durch eine vorläufige Mittheilung Seegen's, in der dieser bemerkt, daß die Verbrennung mit Natronkalk nicht im Stande sei, allen Stickstoff des Fleisches in Ammoniak überzuführen, einige vergleichende Bestimmungen mit Natronkalk und Kupferoxyd ausgeführt. Die auf volumetrischem Wege ermittelten Zahlen fielen jedoch nur sehr wenig höher als die durch Natronkalkverbrennung erhaltenen aus, so daß sich Petersen veranlaßt sah, der Behauptung Seegens entgegenzutreten, während späterhin Nowack, gestützt auf eine längere Reihe von Analysen, für Seegen's Behauptung eintritt. Wie weit die Resultate von Petersen und Nowack auseinander gehen, mögen nur einige Analysen zeigen.

Petersen.		Nowack.	
Will-Varrentrapp.	Dumas.	Will-Varrentrapp.	Dumas.
14.71	14.96	12.87	14.46
14.74	14.72	12.47	14.48
			14.45
13.37	13.57	12.10	15.10
13.37	13.63	12.40	15.11

Bei Petersen ist die größte Differenz zwischen den Bestimmungen nach der Will-Varrentrapp'schen und Dumas'schen Methode 0.25%, bei Nowack dagegen 3.0%. Dies veranlaßte mich, diese Frage, die besonders für die Agriculturchemie von hervorragender Wichtigkeit ist, noch einmal einer möglichst eingehenden Prüfung zu unterwerfen, und zwar nicht allein Fleisch, sondern auch stickstoffhaltige Substanzen, die bei Fütterungsversuchen häufig in Anwendung kommen, in den Kreis der Untersuchung zu ziehen.

Um die Resultate der Untersuchung auf alle proteïnhaltigen Substanzen beziehen zu können, wählte ich das Untersuchungsmaterial so aus, daß ich mit dem stickstoffreichen Fleische begann und weiter von stickstoffreichem zu stickstoffarmem Material herabsteigend, Kleber, Blutalbumin, Lupinen, Kleeheu, Wiesenheu und zuletzt noch Harn untersuchte. Harn, um zu berechnen, wie sich bei etwa eintretenden Differenzen die Stickstoffbilanz unter Zugrundelegung der absoluten und Will-Varrentrapp'schen Zahlen gestaltet.

Bevor ich jedoch zur Untersuchung der einzelnen Substanzen überging, schien es mir zweckmäßig, die Fehlergrenze der Dumas'schen wie auch der Will-Varrentrapp'schen Methode noch einmal festzustellen, um zu erfahren, auf welchen Grad der Genauigkeit die Methoden bei reinen Substanzen Anspruch machen können. Für die Will-Varrentrapp'sche Methode wäre diese Prüfung füglich überflüssig gewesen, da diese schon öfters Gegenstand längerer Untersuchungen geworden ist, verfolgte ich nicht den Zweck, dabei zu zeigen, daß die maßanalytische Bestimmung des durch Glühen mit Natronkalk erzeugten Ammoniaks, wie dieselbe in den meisten agriculturchemischen Laboratorien in Gebrauch ist, der gewichtsanalytischen keineswegs nachsteht. Für die Dumas'sche Methode schien mir diese Controle um so mehr nothwendig zu sein, weil ich mich einer von Nowack zuerst beschriebenen Modification derselben bedient habe, die bis jetzt, so viel mir bekannt, von keiner anderen Seite einer Prüfung unterzogen worden ist. Zu diesen Controlbestimmungen wandte ich schwefelsaures Ammoniak und Aspa-

ragin an, Substanzen, die durch Umkrystallisiren mit der größten Leichtigkeit rein zu erhalten sind.

Volumetrische Stickstoffbestimmung nach Dumas.

Eine ungefähr 90 Centimeter lange, sorgfältig gereinigte Verbrennungsröhre, die am hintern Ende in eine dünne Spitze ausgezogen war, wurde folgendermaßen beschickt: Zuerst kam ein Asbestpfropf, der an der Verengung der Röhre zu liegen kommt und so verhindert, daß die Spitze durch die darauf folgende Substanz verstopft wird, dann eine 20 Centimeter lange Lage kohlensaures Manganoxydul und darauf wiederum ein Asbestpfropf. Diesem folgt eine 6 Centimeter lange Schicht feines Kupferoxyd, und auf diese kommt das Gemisch der zu untersuchenden Sustanz mit feinem Kupferoxyd. Von der Substanz wandte ich nicht mehr wie 0.4—0.5 Grm. an und mischte dieselbe mit so viel feinem Kupferoxyd, daß diese Schicht 25 Cmtr. einnahm. Darauf folgte das zum Nachspülen verwandte Kupferoxyd, sodann eine 15 Centimeter lange Lage von gekörntem Kupferoxyd, auf dieses gekörntes Kupfer, hierauf nochmals eine 15 Centimeter lange Schicht gekörntes Kupferoxyd und zum Schluß ein Asbestpfropf. An Stelle von gekörntem Kupferoxyd feines vorzulegen, wie es Rose angiebt, scheint mir nicht rathsam zu sein, da hierdurch sehr leicht infolge von unvollständiger Verbrennung das Stickstoffgas durch Kohlenoxyd verunreinigt wird.

Die so beschickte Verbrennungsröhre verband ich durch einen Korkstöpsel mit dem Gasentbindungsrohre, brachte sie, nachdem durch Aufklopfen ein Kanal gebildet war, in den Verbrennungsofen und tauchte die Entbindungsröhre unter Quecksilber. Anstatt aber nun, wie die ältere Vorschrift ist, einen Theil des kohlensauren Salzes zu erhitzen und durch die freiwerdende Kohlensäure die atmosphärische Luft aus dem Rohre zu verdrängen, leitete ich erst drei Stunden lang einen starken trockenen Kohlensäurestrom durch das Rohr und schmolz dann die Spitze im Gebläse ab. Da sich jedoch das Rohr nur abschmelzen ließ, wenn der Druck in demselben aufgehoben wurde, so fügte ich zwischen Verbrennungsrohr und Gefäß, das zum Trocknen der Kohlensäure diente, ein Tförmiges Röhrchen ein,

dessen einer in eine feine Spitze ausgezogene Schenkel während des Abschmelzens geöffnet und so eine Verbindung mit der Luft hergestellt wurde, ohne jedoch derselben Zutritt zum Innern der Röhre zu gestatten. Darauf wurde ungefähr die Hälfte des kohlensauren Manganoxyduls, wie auch die vordere Schicht Kupferoxyd und das metallische Kupfer so lange erhitzt, bis das aus der Entbindungsröhre aufsteigende Gas von Kalilauge fast vollständig absorbirt wurde. Nowack giebt in seiner oben erwähnten Abhandlung an, daß es ihm gelungen sei, die Luft vollständig aus dem Verbrennungsrohre zu entfernen, und zwar dadurch, daß er drei Stunden lang Kohlensäure durch dasselbe leitete, dann an beiden Enden verschloß, über Nacht in der Kohlensäure-Atmosphäre stehen ließ, und dann von Neuem Kohlensäure durchleitete. Da nach einigen Versuchen, die ich in dieser Richtung angestellt habe, auch nach diesem Verfahren es niemals gelang, die letzten unbedeutenden Spuren von Luft, wahrscheinlich von der vom porösen Kupferoxyd verdichteten herrührend, zu entfernen, so habe ich mich nicht veranlaßt gesehen, von dem oben beschriebenen abzugehen.

War die Luft möglichst aus dem Rohre entfernt, so brachte ich die Gasentbindungsröhre unter eine in $^1/_2$ C.C. getheilte Röhre, die mit Quecksilber und ungefähr 50 C.C. starker ausgekochter Kalilauge gefüllt war, erhitzte zuerst das vorgelegte Kupferoxyd und Kupfer zum Glühen und schritt dann zur Verbrennung, die ich so leitete, daß eine Gasblase der anderen circa in einem Zeitraume von 2 Sekunden folgte. War auf diese Weise die Substanz vollständig verbrannt, so entfernte ich durch Kohlensäure den noch im Rohre vorhandenen Stickstoff, zog die Gasentbindungsröhre unter dem Rohre weg und ließ das Stickgas eine Zeit über Kalilauge stehen. Darauf brachte ich das Rohr in einen Cylinder mit destillirtem Wasser und entfernte so die Kalilauge zum größten Theile aus demselben, schwenkte zuletzt das Wasser um, um die an den Wänden haftende Kalilauge abzuspülen (dies soll nach H. Rose unbedingt nothwendig sein, da sonst das Stickgas nicht vollständig mit Wasserdampf gesättigt wird), brachte es dann in einen engen hohen Cylinder und las nach einer Stunde das Volumen ab.

Die Analysen ergaben:

Schwefelsaures Ammoniak (21.21 N.).

Substanz.	C.C.	B.	t.	N.	%
0.330	62.1	753	17	0.0713	21.61
0.329	62.0	753	18	0.0709	21.55

Asparagin (bei 100° getrocknet).
(21.21 N.)

Substanz.	C.C.	B.	t.	N.	%
0.3484	65.3	742	15	0.0745	21.39
0.3246	62.0	742	18	0.0697	21.47

Mittel aus 4 Bestimmungen **21.51%**.

Darnach gäbe dieses Verfahren immerhin noch **0.9 C.C.** bei 0° C. und 760 B. = **0.0011 Stickstoff zu viel**, was bei Anwendung von 0.4—0.5 Substanz ungefähr 0.2% betragen würde.

Da dieses Mehr unzweifelhaft nur daher rührt, daß die im porösen Kupferoxyd verdichtete Luft sich nur unvollständig oder wenigstens nur sehr langsam durch Kohlensäure verdrängen läßt, so wäre es vielleicht angemessen, anstatt des Kupferoxyds chromsaures Blei zur Analyse zu verwenden.

Stickstoffbestimmung nach Will-Varrentrapp.

Bei der Vorbereitung zur Verbrennung habe ich mich an die von H. Rose (Handbuch der analytischen Chemie) gegebenen Vorschriften gehalten.

Da von einigen Seiten behauptet wird, es könne bei dieser Methode leicht dadurch Verlust entstehen, daß das beim Verbrennen erzeugte Ammoniak, wenn es über eine lange stark erhitzte Schicht von Natronkalk streicht, in geringer Menge in seine Elemente zersetzt wird, so nahm ich zur Vermeidung dieser Fehlerquelle das Verbrennungsrohr nicht über 15″ lang, ließ die Verbrennung ziemlich schnell gehen, so daß sie in höchstens 1½ Stunden vollendet war, und vermied besonders während

der ersten Stunde das Rohr stark zu erhitzen. Das erzeugte Ammoniak ließ ich durch Schwefelsäure von bestimmtem Gehalt absorbiren und titrirte die freie Schwefelsäure mit verdünntem Barytwasser, das vorher gegen dieselbe gestellt war, zurück. In der Säure wurde nicht, wie es früher allgemein zu geschehen pflegte, der absolute Schwefelsäuregehalt durch Gewichtsanalyse bestimmt und aus diesem die Absorptionsfähigkeit für Alkalien berechnet, sondern es wurde nur ihre Alkalinität festgestellt. Die Säure, welche in unserm Laboratorium zur Verwendung kommt, enthält in 20 C.C. ungefähr 0.5 Grm. wasserfreie Schwefelsäure. Um den Titer der Säure genau festzustellen, löst man so viel wasserfreies reines kohlensaures Natron, als nöthig, 20 C.C. derselben annähernd zu sättigen, in einem kleinen Kolben in Wasser auf, bringt dann vorsichtig 20 C.C. der Säure hinzu, kocht auf, um die Kohlensäure zu entfernen, und neutralisirt die überschüssige Schwefelsäure durch verdünntes Barytwasser. Neutralisirt man andere 20 C.C. Schwefelsäure nur mit Barytwasser, so kann man aus diesen Zahlen leicht die Alkalinität der Säure berechnen. Z. B.:

20 C.C. Schwefelsäure = 0.578 $Na^2 CO^3$ + 14.8 C.C. Barytw.
20 C.C. „ = 86.4 C.C. Barytwasser.

Darnach sind also 0.578 $Na^2 CO^3$ mit 71.6 C.C. Barytwasser gleichwerthig; also 1 C.C. Barytwasser = 0.002133 N. 86.4 C.C. Barytw. = 20 C.C. Schwefelsäure = 0.1843 Stickstoff.

Barytwasser an Stelle von Natronlauge zum Zurücktitriren zu verwenden, wurde zuerst von Stohmann vorgeschlagen und ist jetzt wohl in den meisten agriculturchemischen Laboratorien in Gebrauch. Abgesehen davon, daß sich bei der Titration mit Barytwasser der Neutralisationspunkt noch etwas genauer wie bei der Titration mit Natronlauge sehen läßt, hat es besonders den Vortheil, daß sich auch dunkelgefärbte Flüssigkeiten leicht damit titriren lassen, indem durch den schwefelsauren Baryt die theerartigen Produkte zu Boden gerissen werden, während dies mit dem Farbstoffe des Indicators nicht im gleichen Maße der Fall ist.

Die Controlanalysen ergaben:

20 C.C. Schwefelsäure = 0.1838 N.
1 C.C. Barytw. = 0.0022 N.

Schwefelsaures Ammoniak.
(21.21% N.)

Substanz.	Barytwasser. C.C.	N.	%.
0.7906	7.5	0.1673	21.16
0.7758	9.2	0.1636	21.09

Asparagin (bei 100° getrocknet).
(21.21% N.)

Substanz.	Barytwasser.	N.	%.
0.6614	20.0	0.1398	21.14
0.6944	17.2	0.1460	21.03

Mittel 21.11%.

Darnach giebt die Methode nach Will-Varrentrapp 0.1% Stickstoff zu wenig.

Diesen Ungenauigkeiten der beiden Methoden der Stickstoffbestimmung werde ich bei den weiter unten folgenden Analysen Rechnung tragen, indem ich neben den gefundenen Werthen noch eine zweite Rubrik für corrigirte Werthe einführen werde.

Besondere Aufmerksamkeit habe ich darauf verwandt, das Untersuchungsmaterial in möglichst feinem Zustande zur Analyse zu bringen. Um dies zu erreichen, wurde das Fleisch in feine Streifen geschnitten, von Fett möglichst befreit, dann auf Tellern bei 60—70° C. im Trockenschranke getrocknet und noch warm im eisernen Mörser gestoßen. Blutalbumin, Kleber, Lupinen und Heu wurden erst gröblich zerkleinert, dann ebenfalls getrocknet und auf der Mühle gemahlen. Auf diese Weise gelang es, besonders letztere in sehr feiner Vertheilung zu erhalten, während dies mit dem Fleische nicht in gleichem Maße geglückt war. Nachdem die Substanzen 24 Stunden an der Luft Wasser angezogen hatten und so lufttrocken geworden waren, wurden sie in Glasflaschen gebracht, die durch Gummikorke gut verschlossen waren und späterhin zur Berechnung des

Stickstoffgehalts auf Trockensubstanz die Wasserbestimmung in einem aliquoten Theile ausgeführt.

Da alle pflanzlichen und thierischen Substanzen durch Trocknen im Luftbade bei 100° C. eine oberflächliche Zersetzung erleiden, die sich schon dadurch zu erkennen giebt, daß dieselben eine dunklere Farbe annehmen, so habe ich diese Trockensubstanzbestimmungen nach der Vorschrift von Henneberg und Stohmann im Liebig'schen Trockenapparate im Wasserstoffstrome ausgeführt. Nowack hat diese Vorsichtsmaßregel in seiner Arbeit über den Stickstoffgehalt des Fleisches nicht in Anwendung gebracht, weßhalb sich annehmen läßt, daß die von ihm gefundenen Zahlen für den Wassergehalt des Fleisches der Wahrheit nicht vollständig entsprechen dürften.

Vom Harn wurden 25 C.C. zur Analyse verwandt. Derselbe wurde zur Vermeidung von Ammoniakverlust angesäuert und dann in Hofmeister'schen Schälchen (Schälchen aus feinem Glase) unter Zusatz von etwas Gyps zur Trockne gebracht, die Schälchen mit Inhalt fein gepulvert, mit Natronkalk resp. Kupferoxyd gemischt und verbrannt. Bei der Untersuchung der Substanzen ging ich so vor, daß ich dieselben zuerst zur Feststellung des Stickstoffgehalts nach der volumetrischen Methode als der vollständig zuverlässigen, analysirte und diesen Bestimmungen eine Reihe von je sechs nach der Will-Varrentrapp'schen Methode folgen ließ.

Da beim Pferdefleisch, Kleber und Blutalbumin die gebräuchliche Natronkalkverbrennung zu niedrige Resultate lieferte, so habe ich zur Untersuchung der beiden ersten Substanzen dieselbe wie folgt modificirt:

1. Die Substanz wurde mit gleichen Theilen Zucker gemischt, verbrannt und das Ammoniak titrirt.

2. Die Substanz wurde, um das beim Verbrennen erzeugte Ammoniak schnell zu entfernen und so Zersetzung desselben zu verhindern, im lebhaften Wasserstoffstrome verbrannt.

3. Da sich vielleicht bei der Verbrennung anilinartige Verbindungen bilden konnten, die sich der Titration entziehen würden, so wurden die sich entwickelnden Gase in verdünnte Salzsäure geleitet, der Inhalt der Vorlage in eine Porcellan-

schale gespült, im Wasserbade zur Abscheidung der theerartigen Producte eingedampft, der Rückstand mit Wasser aufgenommen, filtrirt, das Filtrat mit Platinchlorid eingedampft und das entstandene Platindoppelsalz mit Aether, dem nur wenig Alkohol zugesetzt war, ausgewaschen. Das Doppelsalz wurde zuletzt geglüht und aus dem Platin der Stickstoff berechnet.

4. Da die unter 3. angegebene Modification beim Kleber leidlich befriedigende Resultate gab, so wurde zur Abkürzung derselben die salzsäurehaltige Flüssigkeit im Wasserbade eingedampft, 2—3mal mit Wasser befeuchtet, das bleibende Chlor mit $^1/_{10}$ Silberlösung titrirt und aus dem Chlor der Stickstoff berechnet.

Ich lasse nun die Analysen der Substanzen tabellarisch geordnet folgen.

Pferdefleisch.

Volumetrische Analyse.

Trockensubst.	C.C.	B.	t.	N.	N. corr.	%
0.3904	48.7	753.5	19	0.0553	0.0542	13.88
0.3567	45.2	753.5	19	0.0512	0.0501	14.05

Mittel = **13.97%**

Analysen nach Will-Varrentrapp.

20 C.C. Schwefelsäure = 0.1872 N., 1 C.C. Barytw. = 0.00208 N.

Trockensubst.	Barytw. C.C.	N.	%	% corr.
0.7203	44.0	0.0957	13.29	13.39
0.9536	26.2	0.1327	13.92	14.02
1.0668	19.6	0.1464	13.72	13.82
0.8661	32.1	0.1264	13.90	14.00
0.6100	50.9	0.0813	13.33	13.43
0.5705	52.0	0.0790	13.85	13.95

Mittel = **13.79%**

Mit gleichen Theilen Zucker verbrannt.

Trockensubst.	Barytw. C.C.	N.	%	% corr.
0.5649	53.3	0.0763	13.57	13.67
0.6208	48.6	0.0861	13.87	13.97
0.6450	59.6	0.0843	13.07	13.17
0.6330	60.0	0.0835	13.19	13.29
0.4748	70.2	0.0633	13.33	13.43
0.6963	55.6	0.0922	13.24	13.34

Mittel = 13.48%

Im Wasserstoffstrome verbrannt.

20 C.C. Schwefelsäure = 0.2023 N., 1 C.C. Barytw. = 0.00198 N.

0.4885	68.6	0.0665	13.61	13.71
0.5475	64.8	0.0740	13.52	13.62
0.4758	70.0	0.0637	13.39	13.49
0.5683	62.0	0.0795	13.99	14.09
0.4585	70.7	0.0623	13.59	13.69
0.5063	67.1	0.0694	13.71	13.81

Mittel = 13.73%

Gewichtsanalyse.

Trockensubst.	Platin.	N.	%	% corr.
0.5677	0.5360	0.0759	13.37	13.47
0.4908	0.4645	0.0658	13.40	13.50
0.5912	0.5641	0.0798	13.50	13.60
0.4312	0.4070	0.0576	13.36	13.46
0.5074	0.4870	0.0689	13.58	13.68
0.3702	0.3630	0.0512	13.83	13.93

Mittel = 13.61%

Kleber.

Volumetrische Analyse.

Trockensubst.	C.C.	B.	t.	N.	N. corr.	%
0.4289	50.1	753	17	0.0576	0.0565	13.17
0.3164	37.0	753	16	0.0427	0.0416	13.15

Mittel = 13.16%

Analysen nach Will-Varrentrapp.

20 C.C. Schwefelsäure = 0.1872 N., 1 C.C. Barytw. = 0.0022 N.

Trockensubst.	Barytw.	N.	%	% corr.
1.0104	28.0	0.1290	12.77	12.87
0.8852	34.4	0.1156	13.06	13.16
0.9848	30.4	0.1240	12.59	12.69
0.7838	41.1	0.1017	12.99	13.09
0.7872	41.2	0.1015	13.02	13.12
0.8369	38.4	0.1073	12.82	12.92

Mittel = 12.98%

Mit gleichen Theilen Zucker verbrannt.

0.7183	45.2	0.0932	12.98	13.08
0.9128	32.8	0.1190	13.04	13.14
0.7933	40.4	0.1032	13.01	13 11
0.8331	38.6	0.1069	12.83	12.93
0.8762	37.4	0.1094	12.49	12.59
0.9603	31.7	0.1213	12.63	12.73

Mittel = 12.93%

Im Wasserstoffstrome verbrannt.

20 C.C. Schwefelsäure = 0.2023 N., 1 C.C. Barytw. = 0.00198 N.

0.9413	40.6	0.1219	12.93	13.03
0.9423	42.8	0.1176	12.48	12.58
0.5073	69.2	0.0653	12.87	12.97
0.5333	68.2	0.0673	12.62	12.72
0.5896	64.6	0.0744	12.62	12.72
0.4583	73.1	0.0576	12.57	12.67

Mittel = 12.78%

Gewichtsanalyse.

Trockensubst.	Platin.	N.	%	% corr.
0.9888	0.9077	0.1285	13.00	13.10
0.6618	0.6100	0.0863	13.04	13.14
0.4754	0.4336	0.0614	12.92	13.02
0.5046	0.4637	0.0656	13.00	13.10
0.4686	0.4366	0.0618	13.19	13.29
0.5697	0.5220	0.0742	13.02	13.12

Mittel = 13.13%

Chlor mit Silberlösung titrirt.

1 C.C. salpetersaures Silber = 0.00165 N.

Trockensubst.	Salpeters. Silber.	N.	%	% corr.
0.5399	42.3	0.0698	12.93	13.03
0.5963	47.1	0.0717	12.03	13.13
0.5582	43.6	0.0719	12.88	12.98
0.6629	51.7	0.0853	12.87	12.97
0.5520	43.7	0.0721	13.06	13.16
0.5276	41.5	0.0685	12.98	13.08

Mittel = 13.06%

Blutalbumin.

Volumetrische Analyse.

Trockensubst.	C.C.	B.	t.	N.	N. corr.	%
0.4547	57.1	752	20.0	0.0645	0.0634	13.94
0.5187	62.0	771	17.0	0.0731	0.0720	13.88

Mittel = 13.91%

Analysen nach Will-Varrentrapp.

20 C.C. Schwefelsäure = 0.1838 N., 1 C.C. BaO. = 0.00214 N.

Trockensubst.	Barytw. C.C.	N.	%	% corr.
0.8737	31.8	0.1157	13.24	13.34
0.8969	29.8	0.1200	13.38	13.48
0.8023	34.4	0.1102	13.74	13.84
0.7581	38.4	0.1016	13.40	13.50
0.8281	33.2	0.1128	13.62	13.72
0.9854	23.0	0.1346	13.66	13.76

Mittel = 13.61%

Gewichtsanalyse.

Trockensubst.	Platin.	N.	%	% corr.
0.8537	0.804	0.1138	13.33	13.43
0.7321	0.697	0.0987	13.48	13.58

Mittel = 13.51%

Lupinen.

Volumetrische Analyse.

Trockensubst.	C.C.	B.	t.	N.	N. corr.	%
0.3621	28.6	749	17	0.0326	0.0315	8.70
0.3282	25.7	749	17	0.0292	0.0281	8.59

Mittel = 8.65%

Analysen nach Will-Varrentrapp.

20 C.C. Schwefelsäure = 0.2023 N., 1 C.C. BaO. = 0.0022 N.

Trockensubst.	Barytw. C.C.	N.	%	% corr.
1.1982	45.4	0.1024	8.55	8.65
1.2075	45.1	0.1013	8.54	8.64
1.4720	34.2	0.1271	8.63	8.73
1.4116	36.3	0.1224	8.67	8.77
1.3959	36.8	0.1213	8.69	8.79
1.4655	35.1	0.1251	8.54	8.64

Mittel = 8.70%

Gewichtsanalyse.

Trockensubst.	Platin.	N.	%	% corr.
1.2446	0.7538	0.1067	8.57	8.67
1.2984	0.7916	0.1121	8.63	8.73

Mittel = 8.70%

Kleeheu.

Volumetrische Analyse.

Trockensubst.	C.C.	B.	t.	N.	N. corr.	%
0.4596	17.3	749	18	0.0196	0.0185	4.02
0.4888	19.1	755	18	0.0216	0.0205	4.19

Mittel = 4.12%

Analysen nach Will-Varrentrapp.

20 C.C. Schwefelsäure = 0.2023 N., 1 C.C. BaO. = 0.0022 N.

Trockensubst.	Barytw.	N.	%	% corr.
1.4102	65.7	0.0578	4.10	4.20
1.8995	56.4	0.0782	4.12	4.22
1.2602	68.0	0.0527	4.17	4.27
1.0026	73.4	0.0408	4.07	4.17
1.3621	66.2	0.0566	4.16	4.26
1.1110	70.9	0.0463	4.14	4.24

Mittel = 4.23%

Gewichtsanalyse.

Trockensubst.	Platin.	N.	%	% corr.
1.0868	0.333	0.0451	4.15	4.25
1.3131	0.382	0.0541	4.11	4.21

Mittel = 4.23%

Wiesenheu.

Volumetrische Analyse.

Trockensubst.	C.C.	B.	t.	N.	N. corr.	%
0.4901	9.6	755	21	0.0108	0.0097	1.98
0.4764	10.0	755	21	0.0102	0.0102	2.14

Mittel = 2.06%

Analyse nach Will-Varrentrapp.

20 C.C. Schwefelsäure = 0.2023 N., 1 C.C. Barytw. = 0.0022 N.

Trockensubst.	Barytw.	N.	%	% corr.
1.5109	78.0	0.0307	2.03	2.13
1.3394	79.6	0.0272	2.03	2.13
1.3549	79.6	0.0272	2.01	2.11
0.9510	83.4	0.0189	1.99	2.09
1.2665	80.3	0.0256	2.02	2.12
2.2385	71.4	0.0452	2.02	2.12

Mittel = 2.12%

Gewichtsanalyse.

Trockensubst.	Platin.	N.	%	% corr.
1.1762	0.1726	0.0244	2.08	2.18
1.0507	0.1476	0.0219	1.99	2.09

Mittel = 2.14%

Harn (25 C.C.).

Volumetrische Analyse.

C.C.	B.	t.	N.	N. corr.
49.5	746.7	17	0.0553	**0.0542**

Analyse nach Will-Varrentrapp.

20 C.C. Schwefelsäure = 0.2023 N., 1 C.C. Barytw. = 0.0022 N.

Barytw. C.C.	N.
59.0	0.0541
58.8	0.0544
59.2	0.0536
59.0	0.0543
59.4	0.0531
59.0	0.0541
Mittel =	0.0539

Gewichtsanalyse.

Platin.	N.
0.3757	0.0532
0.3815	0.0540
Mittel =	0.0536

Zur besseren Uebersicht stelle ich nochmals die Mittel-, Maximal- und Minimalzahlen aus den Analysenreihen der einzelnen Substanzen zusammen.

Pferdefleisch.		Mittelzahl.	Maximalzahl.	Minimalzahl.
Volumetrische Analyse	. . . . . .	13.97 %N.	—	—
Will-Varrentrapp,	gewöhnl. Methode	13.79 "	14.02	13.39
"	mit Zucker . . .	13.48 "	13.97	13.29
"	im Wasserstoffstrome	13.73 "	14.09	13.49
"	Gewichtsanalyse .	13.61 "	13.93	13.46
Kleber.				
Volumetrische Analyse	. . . . . .	13.16 "	—	—
Will-Varrentrapp,	gewöhnl. Methode	12.98 "	13.16	12.69
"	mit Zucker . . .	12.93 "	13.14	12.59
"	im Wasserstoffstrome	12.78 "	13.03	12.59
"	Gewichtsanalyse .	13.13 "	13.29	13.02
"	Chlortitrirung . .	13.06 "	13.16	12.98

Blutalbumin.	Mittelzahl.	Maximalzahl.	Minimalzahl.
Volumetrische Analyse	13.19 % N.	—	—
Will-Varrentrapp, gewöhnl. Methode	13.61 „	13.84	13.34
„ Gewichtsanalyse .	13.51 „	—	—
Lupinen.			
Volumetrische Analyse	8.65 „	—	—
Will-Varrentrapp, gewöhnl. Methode	8.70 „	8.79	8.64
„ Gewichtsanalyse .	8.70 „	—	—
Kleeheu.			
Volumetrische Analyse	4.12 „	—	—
Will-Varrentrapp, gewöhnl. Methode	4.23 „	4.27	4.17
„ Gewichtsanalyse .	4.23 „	—	—
Wiesenheu.			
Volumetrische Analyse	2.06 „	—	—
Will-Varrentrapp, gewöhnl. Methode	2.12 „	2.13	2.09
„ Gewichtsanalyse .	2.14 „	—	—
Harn.	Grm.		
Volumetrische Analyse	0.0542	—	—
Will-Varrentrapp, gewöhnl. Methode	0.0536	0.0544	0.0531
„ Gewichtsanalyse .	0.0536	—	—

Anmerkung: Maximal und Minimalzahlen sind nur dann angegeben, wenn eine Reihe von sechs Bestimmungen zur Ausführung kam.

Ergebnisse.

Zuerst dürfte wohl von Interesse sein, zu untersuchen, ob nach den vorstehenden Analysen der Futterstoffe und des Harns die Natronkalkbestimmung mit der Kupferoxydverbrennung übereinstimmende Resultate giebt, oder ob nur bei den niedrig procentigen Futterstoffen und beim Harn gute Uebereinstimmung erreicht wurde, während dagegen, ähnlich wie es die Nowack'schen Analysen des Fleisches zeigen, bei den hochprocentigen durch die Natronkalkverbrennung weniger Stickstoff als durch die

Kupferoxydverbrennung gefunden wird. Wäre das Letztere der Fall, so würde hierdurch die Genauigkeit der unter Anwendung der Will-Varrentrapp'schen Methode der Stickstoffbestimmung ausgeführten Fütterungsversuche beeinträchtigt werden, indem dann in den Futterstoffen (Kleber, Blutalbumin 2c.) zu wenig Stickstoff, in den Excrementen dagegen die richtige Menge gefunden würde, so daß also für Fleischansatz zu wenig Stickstoff übrig bliebe.

Folgende Zusammenstellung wird hierüber Aufklärung geben:

	Dumas.	Will-Varrentrapp.
	Mittelzahlen.	
Wiesenheu	2.06	2.12
Kleeheu	4.12	4.23
Lupinen	8.65	8.70.

Es läßt sich also in den Futterstoffen mit niedrigem Stickstoffgehalt derselbe durch die Will-Varrentrapp'sche Methode genau bestimmen.

	Dumas.	Will-Varrentrapp.
Harn	0.0542	0.0539.

Auch im Harn giebt die Stickstoffbestimmung nach Will-Varrentrapp genaue Resultate.

Im Koth habe ich keine Bestimmungen ausgeführt. Es läßt sich jedoch kaum in Zweifel ziehen, daß sich auch in diesem durch die Natronkalkverbrennung ganz wie in den Futtermitteln mit niedrigem Stickstoffgehalt der Stickstoff vollkommen genau bestimmen läßt.

	Dumas.	Will-Varrentrapp.
Kleber	13.16	12.98
Blutalbumin	13.91	13.61
Pferdefleisch	13.97	13.79.

Es zeigt sich hiernach, daß in den proteïnreichen Futtermitteln nach der Will-Varrentrapp'schen

Methode weniger Stickstoff als nach der Dumas'schen gefunden wird.

Um nun diesen Unterschied in den Ergebnissen zwischen den beiden Methoden zu heben, habe ich, da der Fehler unbedingt in der Natronkalkverbrennung zu suchen war, diese, wie schon oben erwähnt, folgendermaßen modificirt:

1. Die Substanz mit Zucker verbrannt;
2. Die Substanz im Wasserstoffstrome verbrannt;
3. Die Substanz wie gewöhnlich verbrannt und den Stickstoff nicht durch Titration, wie bei 1 und 2, sondern durch Gewichtsanalyse bestimmt.

1. Verbrennung mit Zucker.

Dieses Verfahren ist zuerst mit gutem Erfolge von Ritthausen und Kreußler bei Untersuchung von Leucin (also einem den Albuminaten sehr ähnlichen Körper) angewandt worden. Es bemerkten nämlich diese Forscher, daß durch die gewöhnliche Verbrennung mit Natronkalk nicht aller Stickstoff des Leucins gefunden wurde; mischten sie dagegen dasselbe mit Zucker, so erhielten sie sehr befriedigende Zahlen. Auch Nowack und Seegen haben sich dieses Verfahrens bei der Bestimmung des Stickstoffs in den Albuminaten bedient, kamen aber zu dem Resultate, daß wohl der Zucker in etwas die Ueberführung der Proteïnkörper in Ammoniak befördere, aber diese Modification nicht dazu dienen könne, den wirklichen Stickstoffgehalt der Albuminate zu ermitteln. Noch weniger sprechen die von mir erhaltenen Zahlen für die Brauchbarkeit dieses Verfahrens, indem ich mit demselben sogar weniger Stickstoff wie bei der gewöhnlichen Verbrennung erhielt; was sich nur dadurch erklären läßt, daß infolge zu langsamer Verbrennung Ammoniak in seine Elemente zersetzt wurde.

Will-Varrentrapp.

	Gewöhnl. Methode.	Zucker.
Kleber	12.98	12.93
Fleisch	13.79	13.48.

2. Verbrennung im Wasserstoffstrome.

Schon vor längerer Zeit hat Lehmann dieses Verfahren zur Bestimmung des Stickstoffs im Rauhfutter angewandt und mit demselben ganz vorzüglich übereinstimmende Zahlen erhalten. Lehmann schrieb den günstigen Erfolg des Verfahrens hauptsächlich dem Umstande zu, daß durch dasselbe das gebildete Ammoniak schnell fortgeschafft und so vor Zersetzung bewahrt wird. So vielversprechend auch demnach dieses Verfahren war, habe ich dennoch durch dasselbe keine höheren Stickstoffzahlen für die proteïnreichen Substanzen erhalten.

	Will-Varrentrapp.	
	Gewöhnliche Methode.	Wasserstoffstrom.
Kleber	12.93	12.78
Fleisch	13.79	13.73.

3. Bestimmung des Stickstoffs durch Gewichtsanalyse.

Da manche stickstoffhaltigen organischen Verbindungen beim Glühen mit Natronkalk kein Ammoniak, sondern andere sauerstofffreie, stickstoffhaltige, flüchtige Basen liefern, wie beispielsweise Indigblau Anilin, die durch Titration nicht zur Bestimmung gelangen, mit Platinchlorid aber ganz wie Ammoniak Platindoppelsalz bilden, so lag es nahe, bei der Verbrennung der proteïnreichen Substanzen Bildung derartiger Basen anzunehmen und daher durch die Bestimmung des Stickstoffs auf gewichtsanalytischem Wege gute Resultate zu erwarten. Es zeigte sich denn auch, daß im Kleber der Stickstoff auf gewichtsanalytischem Wege sehr annähernd festgestellt werden kann, während dagegen beim Fleisch und Blutalbumin auch diese Bestimmungsweise im Stich läßt.

	Dumas.	Will-Varrentrapp.
Kleber	13.16	13.06
Blutalbumin	13.91	13.51
Fleisch	13.97	13.61.

Daß sich im Kleber der Stickstoff durch Gewichtsanalyse sehr annähernd bestimmen läßt, hat schon Herr Prof. Maercker

in einem kurzen Referate, das er über einen Theil dieser Arbeit der agriculturchemischen Section der Naturforscherversammlung in Leipzig gab, erwähnt, und den Unterschied zwischen den Ergebnissen der Will-Varrentrapp'schen Methode durch Titration und Gewichtsanalyse ebenfalls durch Auftreten anilinartiger Verbindungen bei der Verbrennung erklärt. Hierüber bemerken Nowack und Seegen in der öfter erwähnten Arbeit über die Bestimmung des Stickstoffsgehalts der Albuminate (Archiv für Physiologie, Bd. 7, Hft. 4—5, S. 288.):

„Wir gestehen, daß uns diese Erklärung höchst befremdet, und daß wir eigentlich annehmen müssen, der Referent habe Maercker's Ansicht nicht richtig wiedergegeben. Es ist wohl unzweifelhaft, daß Anilin dasselbe Sättigungsvermögen besitze wie Ammoniak; ein Aequivalent Anilin sättigt nicht mehr und nicht weniger wie das Ammoniak ein Aequivalent Säure. Es ist wohl also für die Berechnung des Stickstoffgehalts ganz gleichgültig, ob die dieser Berechnung zu Grunde gelegte Menge der neutralisirten Säure durch Anilin oder durch Ammoniak neutralisirt wurde. Es verhält sich mit der Säure nicht anders, als es sich mit dem Platin verhält, wo auch die aequivalente Menge Ammoniak und Anilin mit Platinchlorid Doppelsalze bilden und es gleichgültig ist, wenn man aus dem durch Glühen gewonnenen Platin die Stickstoffmenge berechnet, ob Anilin oder Ammoniak zum Ausgangspunkte der Berechnung genommen wird.

Wenn Maercker bei Vorlage von Platinchlorid zu anderen und zu höheren Stickstoffzahlen gelangte, als bei der Vorlage von Schwefelsäure, hat dies, wie wir uns aus eigenen Beobachtungen überzeugten, darin seinen Grund, daß bei der Verbrennung kohlenstoffreicher Körper ein Theil des Platinchlorids durch die in die Salzsäure übergehenden und durch Filtriren nicht zu entfernenden Destillationsproducte zersetzt wird. Wenn alles durch Glühen des Niederschlages gewonnene Platin auf Ammoniumchlorid bezogen wird, bekommt man zwar höhere Stickstoffziffern, aber sie sind vollkommen irrig, weil sie auf falschen Voraussetzungen beruhen."

Zur Widerlegung der ersten Behauptung, daß sich Anilin ebenso gut wie Ammoniak durch Titration bestimmen lasse, bedarf es kaum eines analytischen Beweises, da sich schon aus den Eigenschaften dieses Körpers das Irrige derselben zeigen läßt. Anilin ist eine neutral reagirende Base, die mit Säuern Salze eingeht, aus denen durch starke Alkalien dasselbe leicht wieder in Freiheit gesetzt wird. Bringt man also zu einer Flüssigkeit, die wie im vorliegenden Falle schwefelsaures Ammoniak, schwefelsaures Anilin und freie Schwefelsäure enthält, Barytwasser, so wird zuerst die Schwefelsäure gesättigt werden, dann aber auch weiter noch eine Umsetzung zwischen schwefelsaurem Anilin und Barytwasser stattfinden, ohne daß dieselbe, da Anilin neutral reagirt, durch den Indicator markirt wird. Zum Beweise, daß die Reaction wirklich so vor sich geht, löste ich wasserfreies Anilin in titrirter Säure und maß dann die Säure mit Barytwasser zurück.

20 C.C. Schwefelsäure = 0.1843 N. = 86.7 C.C. Barytwasser.
20 C.C. „ = 0.1785 Anilin + 86.5 C.C. Barytw.

Darnach kann also Anilin durch Titration **nicht** bestimmt werden.

Was weiter den zweiten Einwurf betrifft, daß die durch Verbrennung entstehenden theerartigen Producte Platin zu reduciren vermögen, so muß ich dies nach eigenen Beobachtungen bestätigen. Dampft man jedoch die theerartige Producte enthaltende Flüssigkeit zur Trockne, nimmt den Rückstand mit Wasser auf und filtrirt, so bekommt man ein klares oder wenigstens nur mit sehr wenig fein vertheilter Kohle verunreinigtes Filtrat. Da mir der Einwurf gemacht werden könnte, daß diese Kohle vielleicht Platin zu reduciren vermöchte, so sollen hier einige Versuche, die diesen Punkt aufklären, Platz finden.

Stickstofffreier Rohrzucker wurde mit Natronkalk verbrannt und die Verbrennung so schnell geleitet, daß sich theerartige Producte in großer Menge bildeten. Nach vollendeter Verbrennung wurde die vorgelegte Salzsäure eingedampft, der Rückstand mit Wasser aufgenommen, filtrirt, das etwas kohle-

haltige Filtrat mit Platinchlorid versetzt, von Neuem eingedampft, der Rückstand mit Aether aufgenommen, ausgewaschen, geglüht und gewogen:

1. 1.237 Zucker = 0.002 Pt. = 0.03 % N.
2. 1.1035 Zucker = 0.0016 Pt. = 0.02 % N.

Wenn demnach Seegen und Nowack die gewichtsanalytische Bestimmung des Stickstoffs im Kleber als vollkommen irrig bezeichneten, so dürfte sich dies nur auf den Fall beziehen, wo die bei der Verbrennung entstandenen Destillationsproducte vor dem Zusatze von Platinchlorid nicht abgeschieden waren. Die Annahme, daß beim Verbrennen des Klebers mit Natronkalk geringe Mengen von Anilin gebildet werden, gewinnt schließlich noch dadurch an Wahrscheinlichkeit, daß auch das oben unter 4 angeführte Verfahren, bei dem die vorgelegte Salzsäure eingedampft, zur Entfernung der letzten Spuren nicht gebundener Salzsäure 2—3mal mit Wasser befeuchtet, das Chlor mit salpetersaurem Silber titrirt und aus dem Chlor der Stickstoff berechnet wurde, ebenfalls ziemlich befriedigende Resultate ergab.

	Dumas.	Will-Varrentrapp.
Kleber	13.16	13.06.

Es zeigt sich demnach, um noch einmal eine kurze Zusammenstellung der bis jetzt erhaltenen Resultate zu geben, daß in den proteïnhaltigen Substanzeu mit geringem Stickstoffgehalt der Stickstoff durch die Natronkalkverbrennung sich genau bestimmen läßt. In den proteïnreichen Substanzen dagegen läßt sich der Stickstoff durch diese Methode nicht genau bestimmen. Weder Mengen der Substanz mit Zucker, noch ein Verbrennen im Wasserstoffstrome brachte in Bezug auf die Genauigkeit der Will-Varrentrapp'schen Methode einen Vortheil, während dagegen durch die gewichtsanalytische Bestimmung im Kleber der Stickstoff sehr annähernd gefunden wurde.

Nach Entscheidung dieser Fragen würde es sich nun weiter darum handeln, ob die Abweichungen zwischen Kupfer-

oxyd- und Natronkalkverbrennung so bedeutend sind, wie sie von Nowack für Fleisch und später von Seegen und Nowack für Albuminate gefunden wurden. Am besten wird hierüber eine kurze Zusammenstellung Aufschluß geben.

Abesser.

	Dumas.	Will-Varrentrapp.		
		Mittelzahl.	Maximalzahl.	Minimalzahl.
Pferdefleisch	13.97	13.79	14.02	13.39
Kleber	13.16	12.98	13.16	12.69
Blutalbumin	13.91	13.61	13.84	13.34.

Nowack.

		Dumas.	Will-Varrentrapp.
		Mittel.	Mittel.
Pferdefleisch	a)	14.46	12.67
	b)	14.01	11.60
Hundefleisch	a)	12.41	11.55
	b)	13.24	12.09
	c)	16.42	13.68
Rindfleisch		15.11	12.30
Menschenfleisch		15.86	13.16
Mittel		= 14.52	= 12.43
Kleber		14.75	13.15.

Es erhielt also Nowack im Mittel aus den angeführten Fleischanalysen nach Will-Varrentrapp 2.09%, beim Kleber 1.60% weniger als nach der Dumas'schen Methode, während dagegen nach meinen Bestimmungen die Natronkalkverbrennungen beim Pferdefleisch und Kleber nur um 0.18%, beim Blutalbumin um 0.30% zu niedrig ausfielen.

Besonders erwähnenswerth scheint mir weiter noch, daß Nowack in keinem einzigen Falle durch die Natronkalkverbrennung nur annähernd so hohe Zahlen wie durch die Kupferoxydverbrennung erhielt. Anders verhält es sich bei meinen Bestimmungen; denn abgesehen davon, daß bei mir die größten Differenzen kaum 0.5% übersteigen, zeigt es sich besonders,

daß viele Resultate ganz genaue Uebereinstimmung mit den Bestimmungen nach der Dumas'schen Methode zeigen.

	Dumas.	Will-Varrentrapp. 6 Bestimmungen.
Pferdefleisch	13.97	14.02
		14.00
Blutalbumin	13.91	13.95
		13.84
		13.76
Kleber	13.16	13.16
		13.12
		13.09.

Schließlich würde es sich noch darum handeln, darzulegen, wie weit die nach der Will-Varrentrapp'schen Methode gefundenen Stickstoffdifferenzen bei Fütterungsversuchen ins Gewicht fallen.

Zu diesem Behufe werde ich hier einige Fütterungsversuche unter Zugrundelegung der von mir für Kleber und Fleisch nach Dumas und Will-Varrentrapp gefundenen Zahlen berechnen, und zwar werde ich für die letztere Methode nicht blos die Mittel-, sondern auch die Maximal- und Minimalzahlen zu Grunde legen.

Versuch mit Wiesenheu und Kleber[1])
(schwache Ration).

Verzehrt vom Versuchsthiere pro Tag:
822.7 Grm. Wiesenheu mit 2.06 % N.
119.4 Grm. Kleber mit 1. 13.16 % N. nach Dumas
2. 12.98 „ „ Will-Varrentr. Mittelz.
3. 13.16 „ „ „ „ Maximalz.
4. 12.69 „ „ „ „ Minimalz.

1. 15.71 N. im Kleber.
16.95 N. im Wiesenheu.
32.66 Grm. N.

---

[1]) Journal für Landwirthschaft 1870. Fütterungsversuch von E. Schulze und M. Maercker.

2. 15.29 N. im Kleber.
16.95 N. im Wiesenheu.

32.24 Grm N. **Differenz 0.42 Grm.**

3. 15.71 N. im Kleber.
16.95 N. im Wiesenheu.

32.66 Grm. N. **Differenz 0.**

4. 15.15 N. im Kleber.
16.95 N. im Wiesenheu.

32.10 Grm. N. **Differenz 0.56 Grm.**

Versuch mit Wiesenheu und Kleber
(starke Ration).

Verzehrt vom Versuchsthiere pro Tag:

848.8 Grm. Wiesenheu.
262.2 „ Kleber.
(Stickstoffgehalt wie oben.)

1. 34.51 N. im Kleber.
17.49 N. im Wiesenheu.

52.00 Grm. N.

2. 34.00 N. im Kleber.
17.49 N. im Wiesenheu.

51.49 Grm. N. **Differenz 0.51 Grm.**

3. 34.51 N. im Kleber.
17.49 N. im Wiesenheu.

52.00 Grm. N. **Differenz 0.**

4. 33.27 N. im Kleber.
17.49 N. im Wiesenheu.

50.76 Grm. N. **Differenz 1.24 Grm.**

Versuch mit Fleisch.

Versuchsthier erhielt pro Tag:

390 Grm. Fleisch (Trockensubstanz).

1.	Mit 13.97 % N.	(Dumas).	
2.	„ 13.79 „	Will-Varrentrapp,	Mittelzahl.
3.	„ 14.02 „	„	Maximalzahl.
4.	„ 13.39 „	„	Minimalzahl.

1.	54.48 Grm. N.			
2.	53.78 „		**Differenz**	**0.07 Grm.**
3.	54.68 „	(zu viel)	„	0.20 „
4.	52.22 „		„	2.26 „

Versuch mit Fleisch.

Versuchsthier erhielt pro Tag:

650 Grm. Fleisch (Trockensubstanz).
(Stickstoffgehalt wie oben.)

1.	90.8 Grm. N.			
2.	89.60 „		**Differenz**	**1.20 Grm.**
3.	91.01 „	(zu viel)	„	0.3 „
4.	87.03 „		„	3.77 „

Es werden also hiernach die Fütterungsversuche nur bei Zugrundelegung der Minimalzahlen mit einem mehr wie zulässigen Fehler behaftet.

Stellt man zum Schlusse die Frage: Ist die Will-Varrentrapp'sche Methode in Zukunft bei Stoffwechselversuchen noch anwendbar? so läßt sich die Brauchbarkeit dieser Methode keineswegs, ganz abgesehen von den Substanzen mit geringem Stickstoffgehalt, auch für proteïnreiche Futterstoffe so unbedingt in Zweifel ziehen, wie dies von Nowack geschehen ist. Daß Differenzen existiren, ist unleugbar; jedoch sind dieselben nicht annähernd so groß, wie sie von Nowack beobachtet wurden. Wie Nowack zu so großen Differenzen gekommen ist, weiß ich mir nicht zu erklären. Vielleicht hat die lange Dauer der Verbrennung (3 Stunden) einen nicht ganz unbedeutenden Einfluß geübt.

Daß unter gewissen Verhältnissen nach der Will-Varrentrapp'schen Methode genaue Resultate erhalten werden können, scheint dafür zu sprechen, daß ein principieller Fehler in derselben nicht liegt und es vielleicht bald gelingen wird, die Be-

dingungen kennen zu lernen, unter denen stets zuverlässige Resultate erhalten werden. Bis jedoch diese bekannt sind, scheint es mir rathsam, Untersuchungen stickstoffreicher Futterstoffe, wie Fleisch, Blutalbumin, nach der zwar sehr zeitraubenden aber dabei recht genauen Methode von Dumas auszuführen.

Wollte man jedoch die Untersuchung solcher proteïnreichen Substanzen fernerhin noch nach der Will-Varrentrapp'schen Methode vornehmen, so wäre es auf jeden Fall nöthig, sich nicht mit zwei Analysen zu begnügen, sondern man hätte eine längere Reihe auszuführen und von diesen die höchsten als die richtigen anzunehmen.